

Fracturas graves del cuello del astrágalo. Análisis del tratamiento en 20 casos

Alberto Macklin Vadell, Enzo Sperone, Andrés Bigatti, Matías Iglesias, Yanser Atilmis, Martín Rofrano, Iván Torterola, José Ortega Galvis

Unidad de Pierna, Tobillo y Pie, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Sanatorio Finochietto, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: Las fracturas del cuello del astrágalo son infrecuentes, pero la tasa de complicaciones y reintervenciones es alta. El objetivo de este estudio fue analizar y describir las complicaciones a mediano y largo plazo en 20 pacientes con fractura del cuello del astrágalo. Nuestra hipótesis fue que, en las lesiones graves, la reducción abierta y fijación interna genera una tasa alta de complicaciones que requerirán de nuevas intervenciones quirúrgicas. **Materiales y Métodos:** Se evaluó a 20 pacientes con fractura del cuello del astrágalo: 6 Hawkins II (29%), 11 Hawkins III (52%) y 3 Hawkins IV (19%). El seguimiento promedio fue de 11 años. Se analizaron el tipo de fractura (simple o conminuta), las lesiones asociadas, las complicaciones y la necesidad o no de un nuevo procedimiento quirúrgico. **Resultados:** Once pacientes (55%) tenían lesiones asociadas y 14 (70%), conminución en el trazo de fractura. Quince (75%) sufrieron complicaciones. Nueve (45%) requirieron una segunda intervención para tratar la complicación. **Conclusiones:** Los factores más relacionados con el desarrollo de complicaciones y la necesidad de una nueva intervención son: conminución en el trazo de fractura, lesiones asociadas en el miembro inferior homolateral, fracturas tipos III y IV de Hawkins, y fracturas expuestas. Creemos que, en las lesiones graves del cuello del astrágalo (tipos III y IV de Hawkins) con uno o más de estos factores, la artrodesis primaria podría disminuir el riesgo de complicaciones y de nuevas cirugías, y acortar el tiempo de recuperación de los pacientes.

Palabras clave: Fractura de cuello de astrágalo; tratamiento; resultados.

Nivel de Evidencia: IV

Severe Talar Neck Fractures. Analysis of Treatment in 20 Cases

ABSTRACT

Introduction: Talar neck fractures are rare but present a high rate of complications and reoperations. The objective of this work was to analyze and describe the complications in the medium and long term in 20 patients with talar neck fracture. Our hypothesis was that, in severe injuries, ORIF presents a high rate of complications that will require new surgical interventions. **Materials and Methods:** We evaluated 20 patients with talar neck fracture: 6 Hawkins II (29%), 11 Hawkins III (52%), and 3 Hawkins IV (19%). The mean follow-up was 11 years. We analyzed the fracture pattern (simple or comminuted), the presence of associated injuries, complications, and the need to perform a new surgical procedure. **Results:** 11 (55%) had associated injuries and 14 (70%) had comminution in the fracture line. We presented complications in 15 patients (75%). 9 (45%) patients required a second intervention to treat the complication. **Conclusions:** The factors most related to the development of complications and the need for a new intervention are: comminution in the fracture line, associated injuries in the ipsilateral lower limb, Hawkins type III and IV fractures, and exposed fractures. We believe that in severe talar neck injuries (Hawkins type III and IV) with one or more of these factors, primary arthrodesis reduces the risk of complications and new surgeries and shortens recovery time.

Key words: Talar neck fractures; treatment; outcomes.

Level of Evidence: IV

Recibido el 21-4-2021. Aceptado luego de la evaluación el 12-8-2021 • Dr. ALBERTO MACKLIN VADELL • macklinvadell@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-0384-4044>

Cómo citar este artículo: Macklin Vadell A, Sperone E, Bigatti A, Iglesias M, Atilmis Y, Rofrano M, Torterola I, Ortega Galvis J. Fracturas graves del cuello del astrágalo. Análisis del tratamiento en 20 casos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(1):15-22. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.1.1357>

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de astrágalo son infrecuentes, representan <1% del total en el pie y el tobillo, y aproximadamente el 50% se produce a nivel del cuello.¹ Suelen estar relacionadas con traumatismos de alta energía y son frecuentes las lesiones asociadas en el pie u otra región de la extremidad inferior homolateral, lo que hace de su tratamiento un desafío mayor.² Debido a su particular anatomía, este hueso cumple un papel fundamental en la biomecánica del pie y el tobillo.³ Carece de inserciones tendinosas y musculares, y dos tercios de su superficie están cubiertos por cartílago articular dejando solo el área del cuello y del proceso posterior para el aporte de irrigación perióstica.⁴ Esta proviene de la red anastomótica formada por las arterias tibial posterior, tibial anterior y peronea. Las arterias del canal y del seno del tarso son las principales responsables de la irrigación del cuello y el cuerpo. La arteria tibial anterior provee irrigación a la cabeza y al área dorsal del cuello. A través del ligamento deltoideo, las ramas de la arteria tibial posterior nutren la porción posteromedial del cuerpo.⁵ Estos son algunos de los factores que determinan la alta tasa de complicaciones en estas lesiones.

La reducción abierta y fijación interna (RAFI) es el tratamiento estándar para las fracturas con desplazamiento. Aun así, la tasa de complicaciones y de reintervenciones es elevada. Hawkins,⁶ Canale y Kelly⁷ comunicaron una alta incidencia de necrosis avascular (NAV) al igual que algunos estudios más recientes, de entre el 30% y el 100%, en las fracturas desplazadas.^{5,8} Del mismo modo, la incidencia de artrosis postraumática oscila entre el 50% y el 100%.⁹⁻¹¹

Nuestra hipótesis es que, en las lesiones graves, el tratamiento quirúrgico con RAFI causa una elevada tasa de complicaciones que podrían requerir nuevas intervenciones quirúrgicas. El objetivo de este estudio fue analizar y describir las complicaciones a mediano y largo plazo en 20 pacientes con fractura del cuello del astrágalo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se incluyó a pacientes con fracturas con gran desplazamiento (tipos II, III y IV de Hawkins). Se evaluó retrospectivamente a 20 pacientes (7 mujeres y 13 hombres, promedio de edad 35 años) con 20 fracturas del cuello del astrágalo que fueron tratadas entre 1980 y 2014. El seguimiento mínimo fue de 18 meses y el máximo, de 39 años (media 11 años).

Seis fracturas eran tipo II de Hawkins (29%); 11, tipo III (52%) y tres, tipo IV (19%). En la [Tabla](#), se muestra la clasificación de estas fracturas según la OTA (*Orthopaedics Trauma Association*). Diez (50%) eran cerradas y 10 (50%), expuestas, y cinco de estas últimas eran con exposición del cuerpo del astrágalo.

Dos fueron tratadas con yeso; dos, con tutor externo; una, mediante artrodesis con la técnica de Blair y una, con astragalectomía primaria. Once pacientes fueron sometidos a RAFI. A 10 de ellos se les realizó un doble abordaje (anteromedial y anterolateral) y se estabilizó con tornillos canulados de 3,5 o 4 mm de diámetro (8 casos) y con placas de bajo perfil (2 casos). En un paciente, se efectuó un abordaje anterior y se estabilizó con tornillos canulados. Tres fueron tratados con artrodesis tibio-talo-calcánea primaria mediante un abordaje anterior y se estabilizó con clavo retrógrado (2 casos) y tornillos canulados de 6,5 mm de diámetro (1 caso).

Se evaluó a los pacientes mediante radiografías de pie, de frente y de perfil, y de frente de tobillo y tomografía computarizada. Se recurrió a una resonancia magnética solo ante la sospecha de NAV que no se visualizaba en la radiografía. Se analizaron el tipo de fractura (simple o conminuta), las lesiones asociadas, las complicaciones y, por último, la necesidad o no de un nuevo procedimiento quirúrgico.

Se consideraron lesiones asociadas a aquellas del pie, el tobillo o la pierna distal homolateral. Se definió NAV sobre la base de la presencia de radiopacidad en el domo astragalino en las radiografías de tobillo, de frente y de pie, de perfil.

Este estudio ha sido evaluado y aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución.

RESULTADOS

Once pacientes (55%) tenían lesiones asociadas: cinco tipo II de Hawkins, cuatro tipo III y dos tipo IV. Catorce (70%) presentaron conminución: cinco tipo II de Hawkins, siete tipo III y dos tipo IV. Se detectaron complicaciones en 15 pacientes (75%). Cuatro de seis (66%) pacientes con fractura tipo II de Hawkins tenían artrosis subastragalina; dos (33%), NAV parcial; uno (16%), pseudoartrosis y uno (16%), deseje en varo. De los 11 casos con fractura tipo III de Hawkins, tres (27%) tenían artrosis subastragalina; dos (18%), artrosis tibio-astragalina; tres (27%), NAV (una con colapso del cuerpo y 2 sin colapso); uno (9%), deseje en varo y uno (9%), pseudoartrosis infectada. En los tres casos de fracturas tipo IV de Hawkins, uno (33%) presentaba artrosis de las articulaciones subastragalina, tibio-astragalina y astrágalo-escafoidea, y NAV sin colapso; uno (33%), NAV sin colapso y uno (33%), NAV con colapso.

Tabla. Descripción de la muestra

Paciente	Sexo	Edad	Clasificación de Hawkins	OTA	Exposición	Comminución	Lesiones asociadas	Tratamiento	Complicaciones	2ª cirugía
1	M	32	II	81.2.B	No	Sí	Fractura de cabeza	RAFI	Seudoartrosis	Artrodesis TTC
2	M	49	II	81.2.B	GIIa	No	Fractura de pierna	RAFI	Artrosis SA	Artrodesis SA
3	M	46	II	81.2.B	No	Sí	Fractura de calcáneo	RAFI	Artrosis SA y desaje en varo	No
4	F	22	II	81.2.B	No	Sí	Fractura de cabeza	RAFI	Necrosis parcial	No
5	M	22	II	81.2.B	No	Sí	Fractura de cabeza	RAFI	Necrosis parcial y artrosis SA	No
6	F	38	II	81.2.B	No	Sí	No	Yeso	Artrosis SA	No
7	M	63	III	81.2.C	No	No	No	Yeso	Artrosis SA	Artrodesis SA
8	F	56	III	81.2.C	GII	Sí	Fractura de maléolo tibial	RAFI	Seudoartrosis séptica	Artrodesis panastragalina
9	M	42	III	81.2.C	GI	Sí	Fractura de maléolo tibial	Artrodesis TTC	No	No
10	F	19	III	81.2.C	GIIIa/E	Sí	Fractura de maléolo tibial	Artrodesis TTC	Desaje en varo	Osteotomía valguizante
11	M	32	III	81.2.C	GIIIa/E	Sí	No	Técnica de Blair	No	No
12	M	25	III	81.2.C	GIIIa/E	Sí	No	Astragalectomía	No	No
13	M	39	III	81.2.C	GIIIb	Sí	Fractura de maléolo tibial	Artrodesis TTC	No	No
14	M	51	III	81.2.C	No	No	No	RAFI	Necrosis con colapso	Blair modificada
15	F	23	III	81.2.C	GII	Sí	No	RAFI	Artrosis SA y tibia-astragalina y necrosis sin colapso	No
16	F	28	III	81.2.C	No	No	No	RAFI	No	No
17	M	24	III	81.2.C	GIIIa/E	No	No	Tutor externo	Artrosis SA y tibia-astragalina y necrosis sin colapso	Artrodesis TTC
18	M	25	IV	81.2.D	No	No	Fractura de cuerpo	RAFI	Necrosis sin colapso	No
19	M	30	IV	81.2.D	No	Sí	Fractura de cuerpo y Lisfranc	RAFI	Artrosis SA, tibia-astragalina y astrágalo-escafoidea y necrosis sin colapso	Artrodesis panastragalina
20	F	37	IV	81.2.D	GIIIa	Sí	No	Tutor externo	Necrosis con colapso	Blair

M = masculino, F = femenino, OTA = clasificación de la *Orthopaedic Trauma Association*, RAFI = reducción abierta y fijación interna, TTC = tibia-talo-calcáneo, SA = subastragalina.

El paciente que fue tratado con astragalectomía no sufrió ninguna de las complicaciones mencionadas, pero sí un acortamiento de 4,5 cm, inversión del pie y marcada dificultad para la marcha.

Nueve (45%) pacientes requirieron una segunda cirugía como tratamiento de la complicación. Dos de ellos tenían inicialmente una fractura tipo II de Hawkins; cinco, tipo III y dos, tipo IV (Tabla).

DISCUSIÓN

Las fracturas del cuello del astrágalo fueron definidas por Inokuchi y cols.¹² según la línea de la superficie articular superior del astrágalo. Aquellas por delante del proceso lateral entran en el seno del tarso y, por lo tanto, son fracturas extrarticulares del cuello; aquellas por detrás del proceso lateral comprometen la carilla articular y son, por lo tanto, fracturas intrarticulares del cuerpo.

Penny y Davis¹³ definieron bien el mecanismo de la lesión. Ante una fuerza en dorsiflexión del pie y el tobillo se rompen los ligamentos capsulares posteriores de la articulación subastragalina y el cuello del astrágalo impacta contra el borde anterior de la tibia fracturándose. Si hay un componente de inversión asociado, el pie puede subluxarse o luxarse medialmente. A medida que avanza la fuerza en dorsiflexión, se produce una rotura adicional de los ligamentos capsulares posteriores tibio-astragalinos, el ligamento talofibular posterior, y los haces superficial y profundo del ligamento deltoideo. El cuerpo del astrágalo se luxa posterior y medialmente, y se ubica en el intervalo entre la cara posterior del maléolo medial y la cara anterior del tendón de Aquiles (Figura 1).



Figura 1. Fractura del cuello del astrágalo tipo III de Hawkins.

En 1970, Hawkins publicó su clasificación para fracturas del cuello que sigue siendo, hasta hoy, la más utilizada.⁶ Las lesiones del grupo I son fracturas sin desplazamiento, las del grupo II representan fracturas desplazadas con la articulación subastragalina luxada o subluxada, y las del grupo III presentan luxación de las articulaciones subastragalina y tibio-astragalina. En 1978, Canale y Kelly añadieron a la clasificación el grupo IV, que son aquellas fracturas con subluxación o luxación de la articulación astrágalo-escafoidea.⁷

La clasificación de la OTA contempla, además, la presencia o no de conminución en el trazo de fractura.¹⁴ En 2017, Casola y cols.¹⁵ propusieron modificar la clasificación original de Hawkins subdividiendo las tipo II en: A (trazo simple), B (conminución de la pared medial) y C (conminución tanto medial como lateral).

Las dos complicaciones más frecuentes son NAV y artrosis postraumática de las articulaciones subastragalina y tibio-astragalina. En nuestra serie, observamos ocho NAV (40%), dos parciales y seis totales. A pesar de esto, hubo solo dos casos de colapso del cuerpo astragalino (Figura 2).



Figura 2. Necrosis avascular del cuerpo sin colapso.

Las distintas publicaciones muestran una tasa del 0-24% de NAV en las fracturas tipo I de Hawkins, del 0-50% en las tipo II y del 33-100% en las tipos III y IV.¹⁶⁻¹⁸ Si bien las tasas publicadas son muy variables, está claro que es más frecuente en aquellas fracturas del cuello del astrágalo con gran desplazamiento. Vallier y cols.¹⁹ reportaron 12 casos de colapso del domo astragalino en 39 NAV (31%). No existe evidencia que justifique impedir la carga ante una NAV con el objetivo de prevenir el colapso.

Ocho de nuestros pacientes (40%) presentaron artrosis postraumática, y la articulación subastragalina era la más afectada (Figura 3).



Figura 3. Evolución de una fractura del cuello del astrágalo tipo III de Hawkins a los 39 años. Artrodesis subastragalina por artrosis postraumática y artrosis tibio-astragalina secundaria.

El compromiso articular se debe a la misma lesión producida en el momento del trauma y al daño progresivo secundario a defectos de reducción que alteran la biomecánica del pie y el tobillo. Las fracturas del cuello del astrágalo tipos III y IV son las más propensas a desarrollarla y la incidencia publicada oscila entre el 56% y el 100%.^{20,21} Esta incidencia aumenta conforme se prolonga el seguimiento de los pacientes, lo que nos hace pensar que todos van a desarrollar artrosis en el mediano o largo plazo.

En la evaluación preoperatoria, 14 pacientes (70%) tenían conminución en el trazo de fractura: cinco tipo II de Hawkins, siete tipo III y dos tipo IV. Este hallazgo es un factor de mal pronóstico. Las tasas comunicadas de NAV y artrosis postraumática suelen ser más altas en aquellas fracturas con conminución.¹⁹ Evaluar mediante una tomografía computarizada si hay o no conminución en la pared medial y lateral del cuello nos ayudará a definir el abordaje quirúrgico, el método de fijación y el pronóstico de la lesión.¹⁵

Las fracturas del cuello del astrágalo suelen producirse por traumatismos de alta energía y es común encontrar lesiones asociadas. Once (55%) de nuestros pacientes sufrieron una lesión asociada. Esto modifica no solo el abordaje terapéutico, sino también la incidencia de complicaciones y el pronóstico. En una serie de 50 pacientes, Pajenda y cols.²² describieron 23 lesiones complejas del pie y 29 fracturas de la pierna y el tobillo. Sander y cols.⁸ comunicaron 41 lesiones asociadas en el miembro inferior homolateral en 70 pacientes (59%).

Por otro lado, no existe una relación entre el tiempo transcurrido desde el momento de la lesión y la cirugía con el desarrollo de NAV.^{19,20} Vallier y cols. no hallaron diferencias significativas de NAV entre dos grupos de fracturas del cuello del astrágalo en las que se realizó la fijación definitiva a las 10.1 horas y a los 10.6 días.¹⁹ La edad y el sexo, la cantidad de abordajes, el uso de injerto óseo y la dirección de los tornillos tampoco parecen estar relacionados con las complicaciones.⁸

La alta tasa de complicaciones determina que muchos de estos pacientes requieran nuevas intervenciones. En nuestra serie, cinco (45,5%) de los 11 tratados con RAFI fueron sometidos a artrodesis para tratar las complicaciones. Pero solo a uno de los tratados con artrodesis primaria se le realizó una nueva cirugía que consistió en una osteotomía valguizante de calcáneo para corregir el deseje en varo de la posición de la artrodesis.

Sanders y cols.⁸ informaron una tasa de segundos procedimientos del 24% durante el primer año, del 32% a los dos años, del 38% a los cinco años y del 48% a los 10 años, en su serie de 70 casos sometidos a RAFI. Cabe aclarar que, en el 24% de los pacientes con fracturas tipo II de Hawkins, el 36% con fracturas tipo III y el 62,5% con fracturas tipo IV requirieron una segunda cirugía. Los factores más relacionados con la necesidad de una nueva intervención son: conminución en el trazo de fractura, lesiones asociadas en el miembro inferior homolateral, fracturas tipos III y IV de Hawkins y fracturas expuestas.^{8,19,21} La causa más común de nuevas intervenciones es la artrosis postraumática, principalmente de la articulación subastragalina.⁸

Creemos que es importante considerar la artrodesis como tratamiento inicial en pacientes con lesiones graves del cuello del astrágalo con lesiones asociadas y conminución en el trazo de fractura. Más aún si se trata de lesiones con exposición del cuerpo. La técnica de Blair para la artrodesis tibio-talo-calcánea es una buena opción para disminuir el acortamiento y evitar el colapso de la columna interna.²³⁻²⁵

Las limitaciones de este estudio son que se basa en una serie de solo 20 pacientes y que fueron tratados de distintas maneras. La fortaleza es el seguimiento a 11 años que permite evaluar los resultados a largo plazo.

CONCLUSIONES

Las fracturas del cuello del astrágalo son lesiones de alta morbilidad y con una alta tasa de complicaciones a mediano y largo plazo, entre ellas, la artrosis de las articulaciones vecinas es la más frecuente. Si bien el tratamiento de elección es RAFI, considerar la artrodesis como tratamiento inicial podría disminuir la tasa de complicaciones y de segundas intervenciones.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de E. Sperone: <https://orcid.org/0000-0001-5028-9584>

ORCID de A. Bigatti: <https://orcid.org/0000-0003-1690-025X>

ORCID de M. Iglesias: <https://orcid.org/0000-0002-6336-6080>

ORCID de Y. Atilmis: <https://orcid.org/0000-0001-8926-5088>

ORCID de M. Rofrano: <https://orcid.org/0000-0003-1947-8218>

ORCID de I. Torterola: <https://orcid.org/0000-0001-9210-9051>

ORCID de J. Ortega Galvis: <https://orcid.org/0000-0002-7223-3503>

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad J, Raikin SM. Current concepts review: talar fractures. *Foot Ankle Int* 2006;27(6):475-82. <https://doi.org/10.1177%2F107110070602700616>
- Zwipp H. Severe foot trauma in combination with talar injuries. En: Tscherne H, Schatzker J (eds). *Major fractures of the pilon, the talus and the calcaneus*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag; 1993:123-35.
- Sarrafián SK. *Anatomy of the foot and ankle*. Philadelphia: Lippincott; 1983.
- Schwarzenbach B, Dora C, Lang A, Kissling RO. Blood vessels of the sinus tarsi and the sinus tarsi syndrome. *Clin Anat* 1997;10:173-82. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1997\)10:3<173::AID-CA3>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:3<173::AID-CA3>3.0.CO;2-V)
- Rammelt S, Zwipp H. Talar neck and body fractures. *Injury* 2009;40:120-35. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.01.021>
- Hawkins LG. Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52:991-1002. PMID: 5479485
- Canale ST, Kelly FB Jr. Fractures of the neck of the talus. Long-term evaluation of seventy-one cases. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(2):143-56. PMID: 417084
- Sanders DW, Busam M, Hattwick E, Edwards JR, McAndrew MP, Johnson KD. Functional outcomes following displaced talar neck fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:265-70. <https://doi.org/10.1097/00005131-200405000-00001>
- Lorentzen JE, Christensen SB, Krogsoe O, Sneppen O. Fractures of the neck of the talus. *Acta Orthop Scand* 1977;48:115-20. <https://doi.org/10.3109/17453677708985121>
- Adelaar RS. Complex fractures of the talus. *Instr Course Lect* 1997;46:323-38. PMID: 9143977
- Baumhauer JF, Alvarez RG. Controversies in treating talus fractures. *Orthop Clin North Am* 1995;26(2):335-51. PMID: 7724196

12. Inokuchi S, Ogawa K, Usami N. Classification of fractures of the talus: Clear differentiation between neck and body fractures. *Foot Ankle Int* 1996;17:748-50. <https://doi.org/10.1177/107110079601701206>
13. Penny JN, Davis LA. Fractures and fracture-dislocations of the neck of the talus. *J Trauma* 1980;20:1029-37. <https://doi.org/10.1097/00005373-198012000-00004>
14. Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium–2018. *J Orthop Trauma* 2018;32(Suppl 1):S1-S170. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001063>
15. Casola L, Arrondo G, Niño Gomez D. Fracturas del cuello del talo: clasificación con criterio terapéutico. Informe preliminar. *Tobillo y Pie* 2017;9(2):138-41. Disponible en: <https://jfootankle.com/tobilloypie/issue/view/108>
16. Adelaar RS, Madrian JR. Avascular necrosis of the talus. *Orthop Clin North Am* 2004;35:383-95. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2004.02.010>
17. Sanders R, Lindvall E. Fractures and fracture-dislocations of the talus. En: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CA (eds). *Surgery of the foot and ankle*. 8th ed., Philadelphia: Mosby/Elsevier; 2007:2075-136.
18. Metzger MJ, Levin JS, Clancy JT. Talar neck fractures and rates of avascular necrosis. *J Foot Ankle Surg* 1999;38:154-62. [https://doi.org/10.1016/s1067-2516\(99\)80030-1](https://doi.org/10.1016/s1067-2516(99)80030-1)
19. Vallier HA, Nork SE, Barei DP, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Talar neck fractures: results and outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86(8):1616-24. PMID: 15292407
20. Vallier HA, Reichard SG, Boyd AJ, Moore TA. A new look at the Hawkins classification for talar neck fractures: which features of injury and treatment are predictive of osteonecrosis? *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:192-7. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.01680>
21. Lindvall E, Haidukewych G, Dispasquale T, Herscovici D, Sandres R. Open reduction and stable fixation of isolated, displaced talar neck and body fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:2229-34. <https://doi.org/10.2106/00004623-200410000-00014>
22. Pajenda G, Vecsei V, Reddy B, Heinz T. Treatment of talar neck fractures: clinical results of 50 patients. *J Foot Ankle Surg* 2000;39:365-75. [https://doi.org/10.1016/s1067-2516\(00\)80072-1](https://doi.org/10.1016/s1067-2516(00)80072-1)
23. Blair HC. Comminuted fractures and fracture dislocations of the body of the astragalus. Operative treatment. *Am J Surg* 1943;59:37-43. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(43\)90501-X](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(43)90501-X)
24. Dennis DM, Tullos HS. Blair tibiotalar arthrodesis for injuries to the talus. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:103-7. PMID: 7351400
25. Shrivastava MP, Shah RK, Singh RP. Treatment of fracture dislocation of talus by primary tibiotalar arthrodesis (Blair fusion). *Injury* 2005;36:823-6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.07.036>